



Обзор

Инфекционные болезни, передающиеся с молоком: обзор литературы

А.А. Скрябина✉, А.Д. Кладницкая, М.З. Шахмарданов

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

✉anna.skryabina.85@mail.ru

Аннотация

Молоко представляет собой прекрасную питательную среду, в которой большинство бактерий сапрофитов и патогенных микробов при определенных условиях хорошо растет. Контаминация молочных субстратов микробными патогенами является причиной распространения инфекционных заболеваний не только из группы кишечных инфекций, но и инфекций с множественными механизмами передачи возбудителей. Широкое употребление молока определяет ubicитарность инфекционных болезней, при которых данный продукт может служить фактором передачи возбудителя. С употреблением молока ассоциируется порядка 4% инфекционных болезней в мире. Источниками инфекции выступают, как правило, дойные животные, являющиеся резервуаром возбудителей; факторами, способствующими обсеменению молока патогенными и условно-патогенными возбудителями, являются технологические и санитарно-гигиенические нарушения в производстве, хранении и реализации молочных продуктов. Несмотря на то что путь передачи инфекций с молоком широко распространен, он является самым недооцененным среди остальных кишечных инфекций. На сегодняшний день не существует простых и быстрых тестов для выявления присутствия в молоке таких возбудителей, как *Brucella spp.*, *Coxiella burnetii*, *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter spp.*, изобретение которых могло бы значительно снизить бремя болезней, передающихся с молоком. В настоящем обзоре обсуждаются эпидемиологическая значимость молока и молочных продуктов в распространении инфекционных заболеваний и возможные направления профилактики.

Ключевые слова: молоко, молочные продукты, болезни, передающиеся с молоком, кишечные инфекции, зоонозы.

Для цитирования: Скрябина А.А., Кладницкая А.Д., Шахмарданов М.З. Инфекционные болезни, передающиеся с молоком: обзор литературы. *Клинический разбор в общей медицине*. 2024; 5 (2): 101–105. DOI: 10.47407/kr2023.5.2.00396

Review

Infectious diseases transmitted with milk: literature review

Anna A. Skryabina✉, Anastasiya D. Kladnitskaya, Murad Z. Shakhmardanov

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

✉anna.skryabina.85@mail.ru

Abstract

Milk is an excellent nutrient medium in which most saprophytic bacteria and pathogenic microbes grow well under certain conditions. Contamination of milk substrates by microbial pathogens is the cause of the spread of infectious diseases not only from the group of intestinal infections, but also infections with multiple mechanisms of pathogen transmission. Widespread consumption of milk determines the ubicitation of infectious diseases, in which this product can serve as a factor of pathogen transmission. About 4% of infectious diseases worldwide are associated with milk consumption. The sources of infection are, as a rule, dairy animals, which are the reservoir of pathogens; the factors contributing to the contamination of milk with pathogenic and opportunistic pathogens are technological and sanitary-hygienic violations in the production, storage and sale of dairy products. Despite the fact that the route of transmission of infections with milk is widespread, it is the most underestimated among other intestinal infections. To date, there are no simple and rapid tests to detect the presence of pathogens such as *Brucella spp.*, *Coxiella burnetii*, *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter spp.* in milk, the invention of which could significantly reduce the burden of milkborne diseases. This review discusses the epidemiologic importance of milk and milk products in the spread of infectious diseases and possible areas of prevention.

Keywords: milk, dairy products, milk-borne diseases, intestinal infections, zoonoses.

For citation: Skryabina A.A., Kladnitskaya A.D., Shakhmardanov M.Z. Infectious diseases transmitted with milk: literature review. *Clinical analysis in general medicine*. 2024; 5 (2): 101–105 (In Russ.). DOI: 10.47407/kr2023.5.2.00396

Введение

Молоко занимает уникальное положение среди множества продуктов питания, поскольку является единственной пищей для человека и других млекопитающих на начальном этапе их жизни. Исторически во многих культурах молоко и молочные продукты считались важной частью рациона для взрослых [1]. Существует давняя традиция использования коровьего молока и молочных продуктов в питании человека [2]. Кроме того, молоко может предотвратить многие забо-

левания, связанные с дефицитом питательных веществ, или снизить риск их развития [3].

Хотя обработкой молока человек занимается еще издревле, заболевания, передающиеся через молоко, редко считают широко распространенными и не придают им должного значения. Однако при употреблении непастеризованных молочных продуктов они могут представлять опасность для здоровья из-за возможного заражения патогенными и условно-патогенными микроорганизмами. Будучи богатым белками, липидами и

сахарами, молоко является примером идеальной культуральной среды для различных микроорганизмов. Некоторые из бактерий, содержащихся в молоке (такие как *Lactobacillus spp.* или *Bifidobacterium spp.*), также присутствуют в здоровом желудочно-кишечном тракте человека, способствуя нормальному пищеварению и защищая от других инфекций, в то время как другие бактерии могут быть чрезвычайно вредными для здоровья человека [4]. Эти микроорганизмы могут попадать в молочные продукты от клинически здоровых дойных животных или в результате загрязнения окружающей среды во время сбора и хранения молока [5]. Таким образом, молоко служит средством распространения многих зоонозных заболеваний, которые развиваются у людей в результате употребления сырого или инфицированного молока и представляют серьезную угрозу для здоровья. Например, из 16 зарегистрированных случаев кампилобактериоза у человека, выявленных в США, в 15 случаях было установлено, что заболевшие употребляли сырое молоко. Однако этот высокий уровень заболеваемости был локальным, поскольку произошел в одном из немногих федеральных штатов, где разрешена продажа сырого молока [6].

Вспышки, связанные с употреблением инфицированного молока, в развитых странах происходят в виде спорадических случаев, в то время как в развивающихся странах некоторые заболевания, передающиеся через молоко, являются эндемичными, например, бруцеллез. Из-за такого неравномерного распределения случаев заражения, а также по причине разнообразия патогенов, которые могут передаваться через молоко, установить точный процент заболеваемости не представляется возможным. Наиболее точные данные предоставляет Всемирная организация здравоохранения в своих публикациях по оценке глобального бремени болезней пищевого происхождения, где говорится о том, что потребление молока вызывает 4% всех зоонозных заболеваний пищевого происхождения в мире в странах с низким и средним уровнем дохода [7]. Согласно результатам исследования J. Painter и соавт. (2009 г.) было установлено, что в США каждый год 9,7% летальных исходов вследствие пищевых отравлений приходится на отравления молочными продуктами [8].

Таким образом, молоко является необычным источником инфекции с той точки зрения, что его потребление широко распространено среди всех слоев общества, а возникающие в результате этого заболевания можно предотвратить с помощью минимальных действий. При этом, хотя точную величину бремени болезней, передающихся через молоко, определить невозможно, значимость данного пути передачи на сегодняшний день остается недооцененной.

Цель настоящего обзора – определить эпидемиологическую значимость молока как фактора передачи возбудителей инфекционных заболеваний и возможные пути профилактики передаваемых с молоком инфекций.

Микрофлора молока

Микробиоту сырого молока можно разделить на три условные группы: полезная микрофлора, гнилостная и патогенная микрофлора. Полезная флора молока включает следующие виды бактерий: *Lactococcus*, *Lactobacillus* и *Leuconostoc*. К гнилостной микрофлоре относят *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Serratia* и *Aeromonas*. Эти микроорганизмы психротрофны и способны к жизнедеятельности в молоке даже при низких температурах. К третьей группе (патогенные бактерии) относятся, например, *Brucella melitensis*, *Campylobacter jejuni*, *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*, немифоидная *Salmonella*, шига-токсинпродуцирующая *Escherichia coli*. Они могут попасть в молоко на любом этапе от фермы до упаковки. Кроме бактерий, с молоком могут передаваться и вирусы, например возбудители вирусных гастроэнтеритов, вирусы гепатита А и Е, вирус клещевого энцефалита. Иногда патогенами, содержащимися в молоке, могут оказаться *Candida albicans*, *Candida krusei* и *Nocardia asteroides*. Кроме того, попадание частиц почвы в молоко при несоблюдении гигиенических норм производства может привести к заражению гельминтами, например *Taenia solium* и *Ascaris lumbricoides* [7].

Эпидемиологическая значимость молока

Употребление сырого молока, по сравнению с употреблением пастеризованного, в 840 раз чаще становится причиной заболеваний, передаваемых с молоком [9]. Например, *M. bovis* может сохранять жизнеспособность в сыре и йогурте, приготовленных из сырого молока, до 14 дней, а в сливочном масле – до 100 дней, вследствие чего легко передается с молочными продуктами. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, *M. bovis* была причиной около 143 тыс. случаев заболевания и 12,3 тыс. смертей в 2018 г., хотя еще в середине XX в. стало известно, что как быстрая (72°C в течение 15 с), так и медленная (63°C в течение 30 мин) пастеризация приводит к полной гибели этой бактерии [10].

Важное место среди возбудителей болезней, передаваемых с молоком, занимает *B. melitensis*, которая является наиболее распространенным видом бруцелл. Бруцеллез характеризуется полиморфизмом клинических проявлений [11]. Ежегодно в мире выявляется более 500 тыс. новых случаев бруцеллеза на всех континентах [12]. Бруцеллы чаще передаются от коз человеку либо при прямом контакте, либо через молоко инфицированного животного, при этом присутствие бактерий не влияет на внешний вид и вкус молока. Однако этого легко можно избежать, подвергнув молоко пастеризации: *Brucella* может быть уничтожена при температуре 62°C в течение нескольких минут [4].

C. jejuni является одной из наиболее распространенных причин бактериальных желудочно-кишечных инфекций в разных странах мира. В 2011 г. в странах Евросоюза было зарегистрировано 220 209 случаев кампилобактериоза, и причина многих из них – непастеризо-

ванное молоко [13]. Наиболее часто случаются небольшие вспышки, распространяющиеся внутри фермерских семей, что связано с употреблением сырого молока, произведенного на собственной ферме. В случае если такое молоко идет на продажу, возникают вспышки заболевания и за пределом фермерских семей: в частности, несколько таких вспышек кампилобактериоза было зарегистрировано в США.

C. burnetii также является одним из патогенов, передающихся с сырым молоком. Немногочисленная научная литература по *C. burnetii* позволяет предположить, что заболеваемость коксиеллезом также недооценена, а число зарегистрированных случаев не отражает действительность. Подтверждено, что сырое молоко и производные молочные продукты представляют собой потенциальные источники инфекции, в связи с чем следует подчеркнуть необходимость пастеризации молока, особенно на фермах с домашним производством молочных изделий [14].

Кроме того, недавно было опубликовано исследование о первом подтвержденном случае субклинического мастита у дойной коровы, вызванного *Yersinia pseudotuberculosis* [15]. Бактериологическое исследование молока позволило выделить атипичные грамтрицательные палочки, идентифицированные как *Y. pseudotuberculosis*.

В другой недавно опубликованной статье описана зарегистрированная семейная вспышка заражения вирусом клещевого энцефалита [16]. Из анамнеза выяснилось, что ни один из членов семьи укусу клещей не подвергался, однако все они употребляли в пищу сырое козье молоко. Впоследствии вирус клещевого энцефалита был обнаружен в замороженных образцах. Передача вируса клещевого энцефалита через пищевые продукты не считается эпидемиологически значимой, поскольку на нее приходится лишь 1% случаев инфицирования. Однако этот вид передачи может быть недооценен, поскольку данные пациентов из Германии сообщают, что 30–50% пациентов с диагностированным клещевым энцефалитом не помнят укуса клеща, что может указывать на возможную алиментарную передачу у некоторых из них [16].

Вопреки распространенному мнению о том, что заболевания, передающиеся с молоком, могут быть вызваны употреблением только сырого молока, пастеризованное молоко также может стать причиной заражения. Одним из примеров является вспышка, вызванная *Yersinia enterocolitica*, которая находилась в загрязненном пастеризованном молоке, что привело к 109 случаям энтерита в летнем лагере в Пенсильвании [17].

Наиболее распространенным возбудителем, обитающим в пастеризованном молоке, является *L. monocytogenes*. Этот организм способен пережить пастеризацию путем образования биопленок на поверхностях из пластика и нержавеющей стали, которые используются для изготовления оборудования для хранения молока [18]. Было проведено исследование о передаче листериоза через доильные аппараты, которое показало, что тары,

загрязненные в процессе доения, играют важную роль в передаче инфекции. Кроме того, листерии, полученные из коровьего молока, оказались более устойчивы к антибиотикам, чем клинические штаммы.

Примечательным фактом является то, что молодое население в большей степени подвержено риску заражения инфекциями из-за потребления сырого молока ввиду своей убежденности в том, что пастеризация снижает качество молока и его пищевую ценность. Распространенность подобного мнения привела к тому, что доступность непастеризованного молока в последние годы сильно возросла, особенно в развитых странах, что таит в себе опасность и создает условия для большего распространения инфекций, передающихся с молоком [7].

Особый путь передачи инфекций, о котором стоит упомянуть отдельно, связан с банками грудного молока – современным способом обеспечения грудным молоком младенцев, которые по разным причинам не могут получать грудное вскармливание. Такие донорские пункты являются альтернативой искусственному вскармливанию младенцев, поскольку несмотря на то, что все современные смеси являются адаптированными и сбалансированными, они не смогут в полной мере заменить грудное молоко, имеющее ряд неоспоримых преимуществ. Однако доказательная база относительно изменения свойств грудного молока после пастеризации, при его хранении и обработке, отсутствует, при том, что через грудное молоко, как и через любое другое, могут передаваться различные заболевания, например Ку-лихорадка [7].

Профилактика

Профилактика инфекций, передающихся с молоком, предполагает воздействие на все звенья эпидемического процесса: источники инфекции – дойные животные, механизмы и факторы передачи возбудителей – молочные продукты, восприимчивые организмы – люди.

Проведение специфической иммунопрофилактики у дойных животных вакциноуправляемых зоонозных инфекций является основным направлением профилактики заболеваний, при которых фактором передачи выступает молоко. Разработка безопасных вакцин для дойных животных против *C. burnetii*, *M. bovis* и *Staphylococcus aureus* является потенциально эффективной стратегией по решению данной проблемы. Минимизации передачи различных заболеваний через молоко способствовала бы терапия сухостойных коров, т.е. лечение коров в период, когда они не дают молоко. Однако стоит отметить, что антибиотики бесконтрольно используются в качестве кормовых добавок, которые в конечном итоге в неизменном виде попадают в молоко, а соответственно, и в молочные изделия. С момента первого обнаружения антибиотиков в молоке в 1960-х годах их содержание каждый год возрастало. В первую очередь это касается группы β-лактамов антибиотиков, на втором месте находятся цефалоспорины. И учитывая неминуемый рост резистентности к

противомикробным препаратам, антибиотики следует рассматривать как потенциальную угрозу, увеличивающую риск распространения различных инфекций с молоком [7].

Важны превентивные меры для поддержания здоровья дойных животных. Так, например, предотвратить развитие мастита можно с помощью довольно простых мер, таких как использование соответствующих всем гигиеническим нормам доильных аппаратов, санитарная обработка вымени животных до и после дойки, вакцинация против организмов, вызывающих мастит, уменьшение скученности животных на фермах, соблюдение правильного питания и соответствующая гигиена вымени в сухостойный период. Рабочие молочных ферм должны быть ознакомлены с первыми симптомами заболеваний, которые могут передаваться с молоком, у животных [7].

Другим методом борьбы с распространением заболеваний является забой пораженных животных [19]. Несмотря на то что этот подход сопряжен с юридическими и этическими проблемами, несколько стран отважились на подобный эксперимент в отношении бруцеллеза и туберкулеза крупного рогатого скота. Животных обследовали на предмет данных заболеваний, и в случае положительного результата их забивали или отделяли от основного стада. Оказалось, что такой подход эффективно препятствовал распространению инфекций.

Воздействие на второе звено эпидпроцесса предполагает профилактические меры, направленные на ликвидацию патогена в молоке и предупреждение контаминации молочных продуктов на этапах хранения, транспортировки и реализации. Важным правилом является поддержание соответствующей температуры при транспортировке молока в магазины. Его соблюдение

сложно проконтролировать, а кроме того, при длительной транспортировке затруднительно постоянно поддерживать низкую температуру, что также будет приводить к росту патогенной флоры в соответствии с увеличением времени транспортировки. Пастеризация не является абсолютной гарантией безопасности молока для его употребления в пищу, поскольку при нарушении правил процесса микроорганизмы могут остаться в молоке. Однако она все еще является основным и крайне эффективным методом уничтожения патогенных микроорганизмов, содержащихся в молоке.

Фермеры, работники производств, а также потребители должны быть информированы о распространенных заболеваниях, передающихся через молоко, их потенциальных опасностях и стратегиях профилактики. Кипячение молока дома перед употреблением является наиболее экономически эффективной стратегией предотвращения передачи инфекции на уровне потребителя.

Заключение

Болезни, передающиеся с молоком, представляют собой уникальную совокупность инфекций, поражающих все возрастные группы и профессиональные категории людей. Следует обратить должное внимание на этот путь передачи, так как он достаточно широко распространен. При этом данный путь заражения можно легко и эффективно предотвратить при небольшом количестве затрат, тем самым обеспечивая здоровое и безопасное употребление молока и молочных продуктов по всему миру.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

Литература / References

- Maijala K. Cow milk and human development and well-being. *Livestock Production Science* 2000;65(1-2):1-18. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00194-9
- Haug A, Høstmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis* 2007;(6):25. DOI: 10.1186/1476-511X-6-25
- Kalkwarf HJ, Khoury JC, Lanphear BP. Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in US women. *Am J Clin Nutr* 2003;77(1):257-65. DOI: 10.1093/ajcn/77.1.257
- Dhanashekar R, Akkinapalli S, Nellutla A. Milk-borne infections. An analysis of their potential effect on the milk industry. *Germs* 2012;2(3):101-9. DOI: 10.1159/germs.2012.1020
- Kumar S, Dahiya S, Yadav A et al. Milk Borne Zoonoses: Public Health Concern: A Review. *Indian Journal Of Health And Wellbeing* 2017;8(9):1079-82.
- Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC et al. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Pathog Dis* 2009;6(7):793-806. DOI: 10.1089/fpd.2009.0302
- Kapoor S, Goel AD, Jain V. Milk-borne diseases through the lens of one health. *Front Microbiol* 2023;(14):1041051. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1041051
- Painter JA, Ayers T, Woodruff R et al. Recipes for foodborne outbreaks: a scheme for categorizing and grouping implicated foods. *Foodborne Pathog Dis* 2009;6(10):1259-64. DOI: 10.1089/fpd.2009.0350
- Costard S, Espejo L, Groenendaal H et al. Outbreak-related disease burden associated with consumption of unpasteurized cow's milk and cheese, United States, 2009-2014. *Emerg Infect Dis* 2017;23(6):957-64. DOI: 10.3201/eid2306.151603
- Rónai Z, Egedy L. Survival of Tick-Borne Encephalitis Virus in Goat Cheese and Milk. *Food Environ Virol* 2020;12(3):264-8. DOI: 10.1007/s12560-020-09427-z
- Шахмарданов М.З., Никифоров В.В., Терешкин Н.А. и др. Подострый бруцеллез: случай из практики. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2023;28(2):128-33. Shakhmardanov M.Z., Nikiforov V.V., Tereshkin N.A. et al. Subacute brucellosis: a case study. *Epidemiology and infectious diseases*. 2023;28(2):128-33 (in Russian).
- Терешкин Н.А., Чернобровкина Т.Я., Бузова С.В. и др. Трудности дифференциальной диагностики лимфаденопатии при остром бруцеллезе (клинические случаи). *Клинический разбор в общей медицине*. 2023;4(4):98-103. Tereshkin N.A., Chernobrovkina T.Ya., Burova S.V. et al. Difficulties in the differential diagnosis of lymphadenopathy in acute brucellosis (clinical cases). *Clinical analysis in general medicine*. 2023;4(4):98-103 (in Russian).
- Revez J, Zhang J, Schott T et al. Genomic variation between Campylobacter jejuni isolates associated with milk-borne-disease outbreaks. *J Clin Microbiol* 2014;52(8):2782-6. DOI: 10.1128/JCM.00931-14
- Rabaza A, Macias-Rioseco M, Fraga M et al. Coxiella burnetii abortion in a dairy farm selling artisanal cheese directly to consumers and review of Q fever as a bovine abortifacient in South America and a human milk-borne disease. *Braz J Microbiol* 2021;52(4):2511-20. DOI: 10.1007/s42770-021-00593-1
- Lorusso A, Addante L, Capozzi L et al. Isolation of Yersinia pseudotuberculosis in bovine mastitis: A potential milk-borne hazard. *Ital J Food Saf* 2021;9(4):8527. DOI: 10.4081/ijfs.2020.8527

16. Mylonaki E, Seiberl M, Jones N et al. Tick-Borne Encephalitis Virus RNA Found in Frozen Goat's Milk in a Family Outbreak. *Int J Mol Sci* 2022;23(19):11632. DOI: 10.3390/ijms231911632
17. Gruber JF, Morris S, Warren KA et al. Yersinia enterocolitica Outbreak Associated with Pasteurized Milk. *Foodborne Pathog Dis* 2021;18(7):448-54. DOI: 10.1089/fpd.2020.2924
18. Skowron K, Wałęcka-Zacharksa E, Grudlewska K et al. Characteristics of *Listeria monocytogenes* Strains Isolated from Milk and Humans and the Possibility of Milk-Borne Strains Transmission. *Pol J Microbiol* 2019;68(3):353-69. DOI: 10.33073/pjm-2019-038
19. Zamri-Saad M, Kamarudin MI. Control of animal brucellosis: The Malaysian experience. *Asian Pac J Trop Med* 2016;9(12):1136-40. DOI: 10.1016/j.apjtm.2016.11.007

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Скрябина Анна Александровна – ассистент каф. инфекционных болезней и эпидемиологии лечебного фак-та, ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова». E-mail: anna.skryabina.85@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2098-222X

Кладницкая Анастасия Дмитриевна – студентка 5-го курса лечебного фак-та, ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова». E-mail: nastya.kladnitskaya@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4199-0365

Шахмарданов Мурад Зияудинович – д-р мед. наук, проф. каф. инфекционных болезней и эпидемиологии лечебного фак-та, ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова». E-mail: mur2025@rambler.ru; ORCID: 0000-0002-3168-2169

Поступила в редакцию: 26.02.2024

Поступила после рецензирования: 05.03.2024

Принята к публикации: 07.03.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna A. Skryabina – Assistant, Pirogov Russian National Research Medical University. E-mail: anna.skryabina.85@mail.ru; ORCID: 0000-0002-2098-222X

Anastasiya D. Kladnitskaya – Student, Pirogov Russian National Research Medical University. E-mail: nastya.kladnitskaya@mail.ru; ORCID: 0000-0003-4199-0365

Murad Z. Shakhmardanov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Pirogov Russian National Research Medical University. E-mail: mur2025@rambler.ru; ORCID: 0000-0002-3168-2169

Received: 26.02.2024

Revised: 05.03.2024

Accepted: 07.03.2024